Эффект "Пионера", последняя теорема Ферма и гравитационная постоянная G.

Безверхний Владимир Дмитриевич.

Украина, e-mail: bezvold@ukr.net

Используя механическую трактовку производной и анализируя функцию y = x^n, можно вывести общую форму уравнения для закона всемирного тяготения Ньютона. Из общей и более точной формулировки закона тяготения следует, что гравитационная постоянная G (если уравнение записать в традиционной форме) уже не является постоянной и будет возрастать с увеличением расстояния между взаимодействующими телами.

Иногда физика помогает более глубоко понять чисто математические задачи и наоборот. Покажем это на примере последней теоремы Ферма.

$$x^n + y^n = z^n$$

Допустим, что функция y = f(t) = x^n описывает расстояние точки, например, гоночного автомобиля, от начала координат в момент времени t (t^n).

Физика предоставляет формулу для вычисления расстояний:

$$S = v(0) * t + (a * t^2)/2$$

v(0) - начальная скорость,

a - ускорение,

t - время движения.

Покажем расчет для случая x^2 на примере пифагоровой тройки (3, 4, 5).

3^2 + 4^2 = 5^2

9 + 16 = 25

25 - это расстояние, которое прошел автомобиль от начала координат до точки t3 (t = 5). Учитывая теорему Ферма, рассмотрим движение на отрезке от точки t1 (t = 3) до конечной точки t3 (t = 5), через точку t2 (t = 4).

Вспомним, что скорость - это первая производная функции по координате, а ускорение вторая производная по координате.

Тогда для случая n = 2 имеем:

y = x^2,

v = 2x,

$a = 2$ м/с^2.

То есть, функция x^2 описывает равноускоренное удаление автомобиля ($a = 2$ м/с^2) от начала координат. Если мы рассмотрим случай пифагоровой тройки (3, 4, 5), то получим, что расстояние, которое пройдет автомобиль из точки 3 до точки 5 будет равно 16.

$$S = v(0) * t + (a * t^2)/2 = 6 * 2 + (2 * 2^2)/2 = 16$$

$v(0) = 2x = 2 * 3 = 6$ м/с,

$a = 2$ м/с^2,

t - время движения автомобиля из точки 3 до точки 5, то есть, 2 секунды (5 - 3).

Математически это выглядит так:

$y^2 = z^2 - x^2$,

$4^2 = 5^2 - 3^2$,

$16 = 25 – 9$.

Для случаев $n > 2$ все аналогично.

Но, начиная с случая x^3 кроме скорости и ускорения появляется еще рывок - это третья производная по координате, или производная ускорения по времени.

При $n = 3$ рывок будет постоянен $j = 6$.

Тогда формула для $n = 3$ будет следующей ($y = x^3$):

$$S = v(0) * t + (a(0) * t^2)/2 + (j * t^3)/6$$

$j = da/dt$,

$v(0)$ – начальная скорость,

$a(0)$ – начальное ускорение.

Для $n = 4$ появится конечно производная рывка по времени а сам рывок будет равен: $j = 24 * t$.

$$S = v(0) * t + (a(0) * t^2)/2 + (j(0) * t^3)/6 + (w * t^4)/24$$

$j(0)$ – начальный рывок,

$v(0)$, $a(0)$ – как обычно, это начальная скорость и начальное ускорение,

$w = dj/dt$.

Для $n = 4$, величина w постоянна и равна $w = 24$.

Это уравнения можно записать для сколь угодно большой степени.

Для n = 5

$$S = v(0) * t + (a(0) * t^2)/2 + (j(0) * t^3)/6 + (w(0) * t^4)/24 + (u * t^5)/120$$

w(0) – это начальное значение этой величины,

u = dw/dt.

Для n = 5, величина u постоянна и равна u = 120.

Для n = 6

$$S = v(0) * t + (a(0) * t^2)/2 + (j(0) * t^3)/6 + (w(0) * t^4)/24 + (u(0) * t^5)/120 + (k * t^6)/720$$

u(0) – это начальное значение этой величины,

k = du/dt.

Для n = 6 величина k постоянна и равна 720.

Этот ряд можно продолжить до бесконечности. И обратите внимание, что коэффициенты в знаменателе возле конкретной величины «остаются» от того значения, когда данная величина впервые «получает» свое постоянное значение (a = 2, j = 6, w = 24, u = 120, k = 720 и т.д., следующий коэффициент в знаменателе для t^7 будет 5040).

И мы четко видим, что движение точки имеет постоянное ускорение только при x^2.

А при n > 2 движение точки уже не будет равноускоренным, и это есть принципиальное отличие от случая n = 2.

Также совершенно очевидно, почему под действием силы, которая изменяется от расстояния как F = f (1/r^2), тело всегда будет двигаться с постоянным ускорением (a = const) (это обратная задача – не удаление тела, а приближение тела).

Хороший пример - ускорение свободного падения для гравитации. Из описанного также следует, что заряд под действием другого заряда всегда будет двигаться с определенным постоянным ускорением, которое будет зависеть от начальных условий (имеется ввиду идеальный случай, когда один точечный заряд движется к другому, без учета магнитного поля и других подобных эффектов). По-моему, неплохо для простенькой функции y = x^2.

То есть, получается, что гравитацию можно вполне законно рассматривать как обычную силу.

Более того, исходя из выше сказанного, можно дать математическое определение силы: если тело приближается к другому телу или удаляется от другого тела по закону

$S = f(x^n) = v(0) * t + (a(0) * t^2)/2 + \dots$, то значит, на тело действует сила притягивания или отталкивания, зависящая от расстояния как $F = f(1/r^n)$.

Учитывая то, что наше пространство трехмерно, а значит, сила притягивания/отталкивания будет иметь следующую зависимость $F = f(1/r^2)$, мы можем дать общую математическую форму для любых сил, имеющих данную зависимость от расстояния $(1/r^2)$:

$$F = a + b/r + c/r^2$$

где a, b, c – постоянные коэффициенты,

r – расстояние между взаимодействующими телами.

Для гравитации получим формулу, ранее выведенную другим способом [1]:

$$F = (K1 * M * m)/(r^2) + (K2 * M * m)/r + K3 * M * m$$

Учитывая известные гравитационные эффекты, вполне разумно допустить, что K1 намного больше K2, а K2 намного больше K3. Тогда можно легко объяснить и эффект замедления «Пионеров», вращение звезд в галактиках с почти постоянной скоростью, и даже удаление галактик друг от друга. Но, для дальнейшего анализа пренебрежем третьим членом, который имеет значение только на межгалактических расстояниях. Тогда формула для силы примет вид:

$$F = (K1 * M * m)/(r^2) + (K2 * M * m)/r$$

$F = F1 + F2$,

$F1 = (K1 * M * m)/(r^2)$, $F2 = (K2 * M * m)/r$.

А это значит, что при малых расстояниях (Земля - Луна) формула будет стремится к F1, а при больших расстояниях (размеры галактик) формула будет стремится к F2.

Далее формулу состоящую из двух членов, запишем в виде гравитационного закона Ньютона:

$$F = (M * m)/(r^2) * (K1 + K2 * r)$$

То есть, учитывая традиционную форму гравитационного закона Ньютона, мы получили, что гравитационная постоянная G равна:

$$G = K1 + K2 * r$$

А это значит, что поскольку гравитационный закон Ньютона является приближением, то гравитационная «постоянная» G будет зависеть от расстояния – при существенном увеличении расстояния между взаимодействующими телами, «гравитационная постоянная» G будет возрастать,

что будет восприниматься как действие дополнительной силы притяжение. Эффект «Пионеров» именно таким и является:

«…Эффект обнаруживается в данных телеметрии собираемых для вычисления скорости и пройденного расстояния «Пионеров». При учёте всех известных сил, воздействующих на космическое тело, обнаружилось дополнительное, линейно растущее со временем, фиолетовое смещение полученного сигнала, что интерпретируется как очень слабая сила, не объяснимая текущей моделью. Данная сила вызывает постоянное ускорение аппарата в сторону Солнца, равное $(8{,}74 \pm 1{,}33) \times 10^{-10}$ м/с²…» [2].

Следовательно, точные измерения гравитационной постоянной G покажут ее увеличение, если измерять гравитационную постоянную G между телами находящимися на существенно большем расстоянии.

На расстояниях масштаба галактик безраздельно властвует второй член

F = (K2 * M * m)/r

действием которого объясняется скорость движения звезд в галактиках [1, p. 16]:

v = (K2 * M0)^0.5

где v – скорость движения звезд в галактике,

K2 – коэффициент,

M0 – масса галактики.

Если мы перейдем к межгалактическим расстояниям, то общая формула примет следующий вид (так как первые два члена пренебрежимо малы):

F = (K1 * M * m)/(r^2) + (K2 * M * m)/r + K3 * M * m → F = K3 * M * m

F = K3 * M * m

Исходя из данной формулы и учитывая, что третий член будет иметь противоположный знак (по отношению к остальным членам), можно вывести закон удаление галактик (закон Хаббла–Леметра) [1, p. 19]:

v = (2 * K3 * M0)^0.5 * h0^0.5

где v – скорость удаления галактики,

h0 – расстояние до галактики,

M0 - это масса всей материи, которая находится внутри шара радиуса h0, то есть это масса Вселенной радиуса h0.

В конце добавлю, что три коэффициента K1, K2 и K3 можно элементарно вычислить методом наименьших квадратов. Для вычисления нужно провести три и более экспериментальных измерения силы притяжения между двумя телами определенной массы (M, m) на различных расстояниях.

Тогда уравнение

$$F = (K1 * M * m)/(r^2) + (K2 * M * m)/r + K3 * M * m$$

примет следующий вид:

$$F = a + b/r + c/r^2$$

А коэффициенты последнего уравнения (a, b, c) можно вычислить по стандартной методике, например, как указано в ссылке [3].

Зная коэффициенты (a, b, c) и массу тел (M, m) легко вычислить истинные коэффициенты K1, K2 и K3, так как:

c = K1 * M * m,

b = K2 * M * m,

a = K3 * M * m.

В данных экспериментах расстояния между телами должны существенно отличатся; ограничения на минимум и максимум расстояний, конечно, будут налагаться конкретным методом измерения. Для вычисления K1 и K2 логично пренебречь третьим членом уравнения, который важен только на межгалактических масштабах (принять, что K3 = 0).

Имея в наличии истинные коэффициенты K1 и K2, эффект "Пионера" будет подтвержден.

1. Bezverkhniy V. D., Bezverkhniy V. V. Newton's gravity depending on the topology of space. SSRN Electronic Journal, June 29, 2019, p. 9. https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3412216

2. Wikipedia (ru). Pioneer anomaly - Wikipedia (John D. Anderson, Philip A. Laing, Eunice L. Lau, Anthony S. Liu, Michael Martin Nieto, Slava G. Turyshev. Study of the anomalous acceleration of Pioneer 10 and 11. Physical Review D. 2002. Vol. 65, no. 8. P. 082004).

3. Bezverkhniy V. D. Structure of the Benzene Molecule on the Basis of the Three-Electron Bond. SSRN Electronic Journal, 31 Dec 2018, pp. 12 - 14. https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3065241